

Diehl Metall Stiftung & Co. KG**Synchronring**

Die Erfindung betrifft einen Synchronring mit einem Tragkörper aus Metall, umfassend eine konische Reibfläche, und mit einer auf der Reibfläche aufgetragenen Reibschicht aus einem Kohlefasern umfassenden Werkstoff.

5 Synchronringe dienen in einem mechanischen Getriebe, insbesondere in einem Fahrzeug-Getriebe, dazu, die während eines Gangwechsels auftretenden Relativgeschwindigkeiten zwischen Gangrad und Getriebewelle aneinander anzugleichen. Die Synchronisation wird dabei durch Reibung zwischen den entsprechenden Reibpartnern erzielt. In Getrieben für hochmotorisierte Fahrzeuge unterliegen die Synchronringe aufgrund der hohen Reibbelastung einem erhöhten Verschleiß. Das gleiche gilt für automatisch beschaltete Getriebe, beispielsweise
10 in einem Getriebe eines Nutzfahrzeugs oder in einem Getriebe eines Personenkraftwagens, bei denen hohe Schaltkräfte zur Anwendung kommen. Üblicherweise werden Synchronringe aus Metall gefertigt, bevorzugt aus
15 Messing. Um die Lebensdauer hochbelasteter Synchronringe und damit auch die des Getriebes zu erhöhen, finden seit einiger Zeit Synchronringe der eingangs genannten Art Anwendung, wobei die zusätzliche Reibschicht den Tragkörper vor Verschleiß schützt.

20 Aus der US 4,267,912 ist ein Synchronring mit einer Reibschicht bekannt, die aus einem Kunstharz mit Zellstoff-Fasern als Verstärkung besteht. Nachteiligerweise hält diese Reibschicht bei hohen Belastungen jedoch nicht den dann herrschenden thermischen Gegebenheiten stand. Auch kann das Getriebeöl nicht hinreichend

verdrängt werden, so dass der Reibpartner aufschwimmt, wodurch sich die Reibung verringert.

5 Zur Lösung des Problems wird gemäß der US 4,878,282 vorgeschlagen, die Reibschicht mit Nuten versehen.

10 In der US 5,615,758, der US 5,842,551 und der US 5,998,311 ist hierzu ein strukturiertes Kohlefasergewebe und dessen Herstellung beschrieben. Ein derartiges Gewebe ist in der US 6,065,579 für eine Anwendung als Reibschicht für einen Synchronring vorgestellt. Durch den Webvorgang und die Anordnung der Kett- und Füllgarne entsteht eine ausgeprägte dreidimensionale Struktur mit Höhen und Tälern. Das Gewebe wird zur Fixierung mit einem Harz getränkt und anschließend getempert. Aufgrund der dreidimensionalen Struktur kann das Getriebeöl einmal zu Kühlzwecken zu- und abfließen und darüber hinaus im
15 Anpressfall von der Reibschicht leicht verdrängt werden. Der Webvorgang ist jedoch sehr aufwändig und die Herstellung einer solchen Reibschicht teuer.

20 Die US 4,700,823 offenbart die Anwendung einer Reibschicht aus einem kohlefaserverstärkten Kunststoff für Kupplungs- oder Bremsscheiben. Die Reibschicht wird mittels des relativ aufwändigen und somit teureren Chemical Vapor Deposition Verfahrens (CVD) hergestellt.

25 In der US 5,851,588 wird eine Reibschicht aus einem kohlefaserverstärkten Kunststoff mit offenen Webmaschen für großflächige plane Reibanwendungen wie Kupplung oder Bremse offenbart, wobei in diesem Fall die Reibschicht durch Liquid-Pressure-Infiltration (LPI) hergestellt ist.

30 Eine weitere Anwendung einer mittels LPI hergestellten kohlefaserverstärkten Reibschicht für großflächige, plane Reibpartner wie im Falle einer Kupplung oder einer Bremse ist aus der US 5,952,249 bekannt.

Nachteiligerweise werden alle genannten Reibschichten bei den hohen Anpresskräften, wie sie bei Synchronringen aufgrund der konischen und gegenüber Kupplungen oder Bremsen geringeren Reibfläche auftreten, zusammengepresst. Durch den Verlust an axialem Reserveweg besteht die Gefahr einer verkürzten Lebensdauer oder von Frühausfällen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen verschleißbeständigen Synchronring mit einer Reibschicht aus einem Kohlefasern umfassenden Werkstoff anzugeben, der gegenüber dem Stand der Technik eine verbesserte Lebensdauer aufweist und kostengünstig ist.

Diese Aufgabe wird für einen Synchronring der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Werkstoff ein verdichteter, mit Kohlefasern verstärkter Kunststoff ist.

Unter einem Synchronring wird dabei auch ein Außenring, ein Innenring oder ein Zwischenring verstanden. Derartige Ringe finden Verwendung in Mehrkonensynchronisierungen. Der Neigungswinkel der konischen Reibfläche beträgt üblicherweise zwischen 6° und 10°.

Unter einem mit Kohlefasern verstärkten Kunststoff wird hierbei ein Werkstoff verstanden, der zur Verstärkung eingelagerte Kohlefasern und einen gewissen Anteil eines Kunststoffes umfasst. Im Sinne des vorliegenden Dokuments wird auch ein Werkstoff als ein mit Kohlefasern verstärkter Kunststoff verstanden, bei welchem die Kohlefasern in ein Material mit einem geringen Anteil eines Kunststoffs und einem überwiegenden Anteil eines anderen Materials eingelagert sind.

Durch die Einlagerung der Kohlefasern erhält der Werkstoff die erforderlichen Reibeigenschaften und die gewünschte Verschleißbeständigkeit.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass ein mit Kohlefasern verstärkter Kunststoff die Lebensdauer des Synchronrings erhöht, wenn er verdichtet wird. Dies kann während oder am Ende des Herstellungsprozesses geschehen. Auf diese Weise erfährt der Werkstoff eine Kompression, die ihn vor weitere

5 Komprimierung während des Schalt- oder Synchronisierungsvorgänge schützt. Die Abnahme des axialen Spalts wird also nicht durch ein Zusammenpressen des Materials gefördert. Gegenüber der bisherigen Überzeugung der Fachwelt zeigt ein derartiger verdichteter oder komprimierter Werkstoff aber keine

10 Verschlechterung seiner Reibeigenschaften infolge eines Aufschwimmens des Reibpartners. Erstaunlicherweise hat sich gezeigt, dass trotz der Verdichtung des Werkstoffs bei einer Anwendung der Reibschicht auf der konischen Reibfläche des Synchronrings das Getriebeöl in genügender Art und Weise von der Reibfläche weggepresst werden kann. Es kommt zu einem raschen Reibzahlaufbau. Offensichtlich genügen hierzu die verbleibenden Strukturen der

15 Fasern und die Restporosität in dem umgebenden Material.

Vorteilhafterweise beträgt die Dicke der Reibschicht 0,2 bis 0,6 mm, wobei der Werkstoff derart verdichtet ist, dass die Reibschicht bei einer Flächenpressung mit 10 N/mm eine Dickenänderung von weniger als 0,015 mm, vorzugsweise von

20 weniger als 0,01 mm, aufweist.

Ein solch verdichteter Werkstoff zeigt bei der angegebenen Dicke der Reibschicht besonders gute und langanhaltende Reibeigenschaften.

25 Der Werkstoff wird vorteilhafterweise aus einem Kohlefasergewebe und einem Harz hergestellt. Unter einem Harz wird dabei ein aushärtbarer Kunststoff verstanden. Durch das verdichtete Gewebe, welches durch das Harz fixiert ist, wird die Formstabilität weiter verbessert. Besonders geeignet ist ein Phenolharz. Aber auch andere öl- und temperaturbeständige Harze sind geeignet. Günstig hat

30 es sich erwiesen, eine einzige Gewebelage zu verwenden.

Ausgangspunkt der Herstellung ist das Kohlefasergewebe. Das Kohlefasergewebe wird mit dem Harz getränkt und anschließend zur Aushärtung erwärmt. Während

oder nach der Aushärtung kann die Verdichtung des Werkstoffs erfolgen. Dabei kann der Werkstoff mit Drücken größer als 5 bar beaufschlagt werden.

5 Vorteilhafterweise wird anschließend der Werkstoff derart temperaturbehandelt, dass sich ein Teil des Harzes in Kohlenstoff umsetzt, wobei der Kohlenstoff in amorpher Form und/oder als Graphit vorliegt. Die Temperaturen liegen dabei zwischen 900 und 1200 °C. Bevorzugt geschieht dies unter Inertgasatmosphäre. Durch einen Kohlenstoffanteil im Harz verbessert sich das Reibverhalten. Auch
10 der Reservewegverlust wird geringer. Der Anteil des Kohlenstoffes kann erhöht werden, wenn nach der Temperaturbehandlung durch Tränkung oder durch Injektion erneut Harz zugeführt wird, und die Arbeitsschritte der Temperaturbehandlung wiederholt werden.

15 Es hat sich gezeigt, dass der Kohlenstoff über die Einsatzdauer der Reibschicht ausgewaschen wird. Die Reibschicht weist dadurch eine verringerte Verschleißbeständigkeit auf. Dieses Problem kann vorteilhafterweise dadurch vermieden werden, dass der umgesetzte Kohlenstoff abschließend durch Harz fixiert wird.

20 Die Reibschicht ist vorteilhafterweise mit einem temperaturbeständigen und ölresistenten Kleber, beispielsweise einem Phenolharz- oder einem Epoxidharzkleber, mit der Reibfläche verklebt. Der Kleber verbindet sich dabei mit dem Kunststoff oder dringt in die verbliebenen Poren und Öffnungen ein und
25 verbindet damit die Reibschicht mit dem Tragkörper dauerhaft.

Als Material für den Tragkörper eignen sich insbesondere Messing, Stahl, insbesondere durch Sintern hergestellter Stahl, oder ein Verbund aus Stahl und Messing.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird durch eine Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1: Eine Draufsicht eines Synchronrings mit einer Reibschicht.

Fig. 2: Einen Querschnitt durch einen Synchronring mit befestigter Reibschicht.

Fig. 3: Eine vergrößerte Darstellung einer an einem Synchronring befestigten Reibschicht.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen Synchronring 10, dessen Außenumfang 11 als eine in ein Gangrad (nicht dargestellt) eines Getriebes mechanisch eingreifende Ausgestaltung Zähne 12 aufweist. An dem Innenumfang 13 des Synchronrings 10 befindet sich eine konische Reibfläche 9, auf der eine Reibschicht 14 befestigt ist. Die Reibschicht 14 steht einem nicht dargestellten Reibpartner gegenüber, der eine zum Synchronring 10 relative Umdrehungsgeschwindigkeit hat. Bei Schaltbetätigung gerät die Reibschicht 14 in Kontakt mit dem Reibpartner, wodurch sich durch Reibung die Relativgeschwindigkeit zwischen den Reibpartnern verringert und diese synchronisiert werden. Der Synchronring 10 ist aus Messing hergestellt.

In einer anderen, nicht dargestellten Ausführungsform kann die Reibschicht 14 am Außenumfang 11 des Synchronrings 10 und die Zähne 12 am Innenumfang 13 angeordnet sein.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch den Synchronring 10 gemäß Fig. 1 mit Reibschicht 14. Der dargestellte Synchronring 10 weist eine konische Reibfläche 9 auf. Dies ist durch den nicht maßstabsgerecht geneigt gezeichneten Innenumfang 13 angedeutet. Die Neigung der Reibfläche beträgt 8°.

Die Reibschicht 14 des Synchronrings 10 umfasst einen verdichteten kohlefaserverstärkten Kunststoff und weist eine Dicke von 0,5 mm auf. Die Kohlefasern sind in Form eines Gewebes einlagig eingebracht. Zur Herstellung wurde das Kohlefasergewebe mit einem Phenolharz getränkt und ausgehärtet.

Anschließend wurde der Werkstoff bei ca. 1100°C unter Inertgas-Atmosphäre derart temperaturbehandelt, dass sich der wesentliche Teil des Harzes in amorphen Kohlenstoff umsetzte.

5 Anschließend wurde der Werkstoff erneut mit Harz getränkt und die Temperaturbehandlung wiederholt. Weiter wurde danach erneut eine Tränkung mit Harz durchgeführt, wobei eine Fixierung des Gewebes und insbesondere des erzeugten Kohlenstoffes im Harz erfolgte.

10 Als abschließender Herstellungsschritt wurde der Werkstoff verdichtet. Auf diese Weise weist die Reibschicht 14 bei ihrer Dicke für den Synchronring 10 bei einer Flächenpressung von 10 N/mm eine Verringerung ihrer Dicke von kleiner 0,015 mm auf. Die Reibschicht 14 ist auf die Reibfläche 9 des Synchronrings mit einem Phenolharzkleber aufgeklebt.

15 Die erforderliche Geometrie der Reibschicht 14 wurde aus einer größeren Einheit (Matte) des Werkstoffs unter Berücksichtigung der konischen Form der Reibfläche (14) herausgeschnitten.

20 In Fig. 3 ist schematisch die in Figuren 1 und 2 gezeigt verdichtete Reibschicht 14 dargestellt. Die Reibschicht 14 umfasst dabei in einer einzigen Lage ein Kohlefasergewebe 8. Das Gewebe 8 ist dabei aus Fasersträngen 7 gewebt, die eine Mehrzahl von Kohlefasern umfassen. Als Folge des Nachverdichtens sind die Gewebeberge 15 abgeflacht. Es liegen aber teilweise durchgängige Restporen 16
25 vor. Das Gewebe 8 selbst ist in einer Matrix 6 aus Harz und amorphem Kohlenstoff eingebettet.

Für den Werkstoff kann ein Gewebe verwendet werden, das zum Beispiel in Form von einem Köper, -Leinwand - oder Atlasgewebe vorliegt.

30 Im Vergleich zu Köpergewebe mit relativ breiten, durchgezogenen Riefen weist leinwandbindiges Gewebe keine diagonal durchlaufenden Riefen auf, sondern eine schachbrettartige Anordnung von Bindungspunkten mit oben liegendem

Kettfaden und Bindungspunkten mit oben liegendem Schussfaden. Gewebe mit Satinbindung bzw. Atlasbindung sind dagegen durch vereinzelt liegende Bindungspunkte gekennzeichnet, so dass sich auch hier keine durchgehenden diagonalen Riefen und Grate ausbilden können.

5 Bevorzugt wird ein Körpergewebe verwendet, das eine ausgeprägte Rillenstruktur aufweist.

10 Charakteristisch für die Körperbindung sind diagonal zu den Kett- und Schussfäden über die Gewebefläche laufende Bindungslinien. So hergestellte Gewebe sind durch eine durchgehende, beispielsweise diagonale Streifung aus tiefer liegenden Bereichen, welche als Riefen oder kanalartige Vertiefungen bezeichnet werden und erhöhten Bereichen gekennzeichnet, welche als Grate bezeichnet werden. In vorteilhafter Weise kann dann in den Ölkanäle bildenden
15 Riefen befindliches Öl ungehindert entlang der Oberfläche abfließen und folglich Reibungswärme abtransportieren. Die kanalartigen Riefen oder Vertiefungen können insbesondere beim Befestigen des Reibmaterials auf dem Substrat, beispielsweise einem Synchronring, in jeglicher Richtung ausgerichtet werden, folglich auch in einer ausgezeichneten Richtung, in welcher ein Ölz- und abfluss
20 von und zu benachbarten Bereichen besonders einfach ist. Insbesondere können die kanalartigen Riefen oder Vertiefungen nach einer vorgegebenen Ölströmung innerhalb eines Kupplungsgehäuses oder eines Gebtriebegehäuses ausgerichtet werden.

25 In einer besonders bevorzugten Variante wird ein einseitiges Gewebe verwendet, d.h. die Grat- und Riefenstruktur ist auf einer Seite des Gewebes stärker ausgeprägt als auf der anderen. Die stärker strukturierte Seite des Gewebes wird dann als Reiboberfläche vorgesehen, während die glattere Seite für die Klebeverbindung mit dem Substrat besser geeignet ist, da sie eine größere und
30 geschlossenere Adhäsionsfläche aufweist als die Oberfläche mit der Riefen- und Gratstruktur. Ein Beispiel für solche Gewebe mit einer strukturierten und einer glatten Oberfläche ist Gewebe mit der Bindungsart Körper.

35 Die Faserstränge 7 für die Gewebeherstellung bestehen entweder aus Polyacrylnitril (PAN)-Fäden, die bereits thermisch stabilisiert worden sind, oder

ein Gewebe aus PAN-Fäden wird vor der Carbonisierung einer thermischen Stabilisierung unterzogen. Bei der thermischen Stabilisierung werden die PAN-Fäden durch Luftoxidation bei vorzugsweise 200-400°C unter Streckung in eine unschmelzbare Form überführt. Für die Herstellung des oben genannten Gewebes haben sich Garne, gesponnen aus streckgerissenen oxidierten Polyacrylnitrilfäden als besonders geeignet erwiesen. Der Garntiter liegt zwischen 120 und 170 tex. Bevorzugt werden gedrehte Garne verwendet und besonders bevorzugt Zwirne, die durch Verdrehung zweier gegenläufig verdrehter Fasern erhalten werden, oder durch Verdrehung mehrerer Zwirnfasern miteinander erhaltene Faserstränge 7. Ein wesentlicher Vorteil dieser gedrehten Faserstränge 7 besteht darin, dass die einzelnen Fäden sich bei Einwirkung von Druck nicht nebeneinander in der Ebene flach legen können, die Faserstränge 7 also immer eine gewisse räumliche Struktur aufweisen.

Während der Carbonisierung steigt der Kohlenstoffgehalt der Faserstränge 7, und der Verziehungsgrad der Kohlenstoffmatrix in den Fasersträngen 7 vergrößert sich. Die Temperung bei 1000°C führt zu einem Kohlenstoffgehalt von ca. 80 %, der bei höherer Temperatur noch höher wird.

Beispielsweise wird ein massebezogener Kohlenstoffgehalt von 95 % erhalten, wenn die Temperung bei 1800°C erfolgt. Für den oben genannten Bereich von Carbonisierungstemperaturen gilt in grober Näherung: Je höher die Temperatur beim Tempern, desto größer der Kohlenstoffgehalt der Fasern und desto höher sind die thermische Stabilität und der Elastizitätsmodul des Materials.

Das Harz erfüllt in dem Werkstoff mehrere Funktionen. Zunächst wirkt es als Binder, der die Fasern des Gewebes aneinander bindet und in ihrer Lage im Gewebe fixiert. Bei niedrigen Harzgehalten sind die Faserstränge 7 nur mit einem oberflächlichen Harzfilm überzogen, bei höheren Harzgehalten jedoch in einer dicken Harzmatrix eingebettet und damit auch vor mechanischen Beanspruchungen, beispielsweise durch Reibung geschützt. Außerdem wird durch den Binderzusatz das Gewebe mechanisch verstärkt, d.h. es wird steifer und seine Kompressibilität verringert sich.

Der Harzgehalt trägt dazu bei, dass die vorteilhafte Struktur des ursprünglichen Gewebes auch nach dem Tränken mit Harz und nach dem Pressprozess erhalten bleibt. Einerseits muss der Harzgehalt ausreichend hoch sein, um die mechanische Stabilität und die Steifigkeit des Werkstoffs zu gewährleisten, die Kompressibilität herabzusetzen und die Ölpermeabilität der Reibschicht 14 zu reduzieren, andererseits darf der Harzgehalt nicht so groß sein, dass die Grate- und Riefenstruktur durch vollständiges Umschließen mit einer dicken Harzschicht völlig eingeebnet wird.

Es hat sich herausgestellt, dass bei einem massebezogenen Harzanteil im Bereich von 25 bis 50 % die Reibmaterialien auch nach dem Verpressen unter den o.g. Bedingungen noch eine für den Ölfluss geeignete Riefenstruktur aufweisen. Die Rauigkeiten R_z dieser Oberflächen betragen ca. 30 bis 50 μm , wodurch das erfindungsgemäße Reibmaterial wenig zur Bildung hydrodynamischer Filmen neigt, die bei Nassreibelementen unerwünscht sind.

Die Rauigkeit R_z der Reibschicht 14 nimmt durch den Pressvorgang und mit zunehmendem Harzgehalt ab. Außerdem verringern sich mit zunehmenden Harzgehalt die Durchlässigkeit des Werkstoffs für Luft und die Breite der Porengrößenverteilung, wobei dies besonders auf Kosten der kleinen Poren geht. Im Ergebnis des Pressprozesses verringert sich auch die Breite der Porengrößenverteilung, wobei mit zunehmendem Harzgehalt insbesondere die zur Mikrotextur des Materials gehörigen kleinen Poren und Zwischenräume zwischen den einzelnen Fäden verschlossen werden, während die Makrotextur weniger stark beeinträchtigt wird.

Eine weitere Möglichkeit, den Füllgrad der Poren des Werkstoffs zu variieren, besteht darin, dem Harz Partikel aus Graphit oder Ruß zuzusetzen, die während der Carbonisation nicht schrumpfen.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann während des Pressens eine Struktur in die Reibschicht 14 geprägt worden sein bzw. die Oberfläche strukturiert worden sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Harzanteil des Werkstoffs teilweise oder vollständig carbonisiert, beispielsweise durch eine Festphasenpyrolyse in inerter Atmosphäre bei 800 – 1500 °C in Kohlenstoff umgewandelt. Damit ergibt sich ein Verbundwerkstoff, dessen Matrix aus Kohlenstoff besteht und mit einem Carbonfasergewebe verstärkt wird (Carbonfaserverstärkter Kohlenstoff „CFC“). Bei der Carbonisierung schrumpft die Harzschicht infolge des Masseverlustes durch die Abspaltung flüchtiger Bestandteile.

Patentansprüche

- 1) Synchronring (10) mit einem Tragkörper (5) aus Metall, umfassend eine konische Reibfläche (9), und mit einer auf der Reibfläche (9) aufgetragenen Reibschicht (14) aus einem Kohlefasern umfassenden Werkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff ein verdichteter, mit Kohlefasern verstärkter Kunststoff ist.
- 2) Synchronring (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Reibschicht (14) 0,2 mm bis 0,6 mm beträgt, und dass der mit Kohlefasern (8) verstärkte Kunststoff derart verdichtet ist, dass die Reibschicht (14) bei einer Flächenpressung mit 10 N/mm^2 eine Dickenänderung von weniger als 0,015 mm, vorzugsweise von weniger als 0,01 mm, aufweist.
- 3) Synchronring (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff aus einem Kohlefasergewebe (8) und einem Harz, insbesondere einem Phenolharz, hergestellt ist.
- 4) Synchronring (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff derart temperaturbehandelt ist, dass ein Harzanteil in Kohlenstoff umgesetzt ist.
- 5) Synchronring (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kohlenstoff in amorpher Form und/oder als Graphit vorliegt.

- 6) Synchronring (10) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der umgesetzte Kohlenstoff durch Harz fixiert ist.
- 7) Synchronring (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Reibschicht (14) mit der Reibfläche (9) verklebt ist.
- 8) Synchronring (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Tragkörper (5) aus einem Messing, aus einem Stahl, insbesondere
aus einem Sinterstahl, oder aus einem Messing-Stahl-Verbund hergestellt
ist.

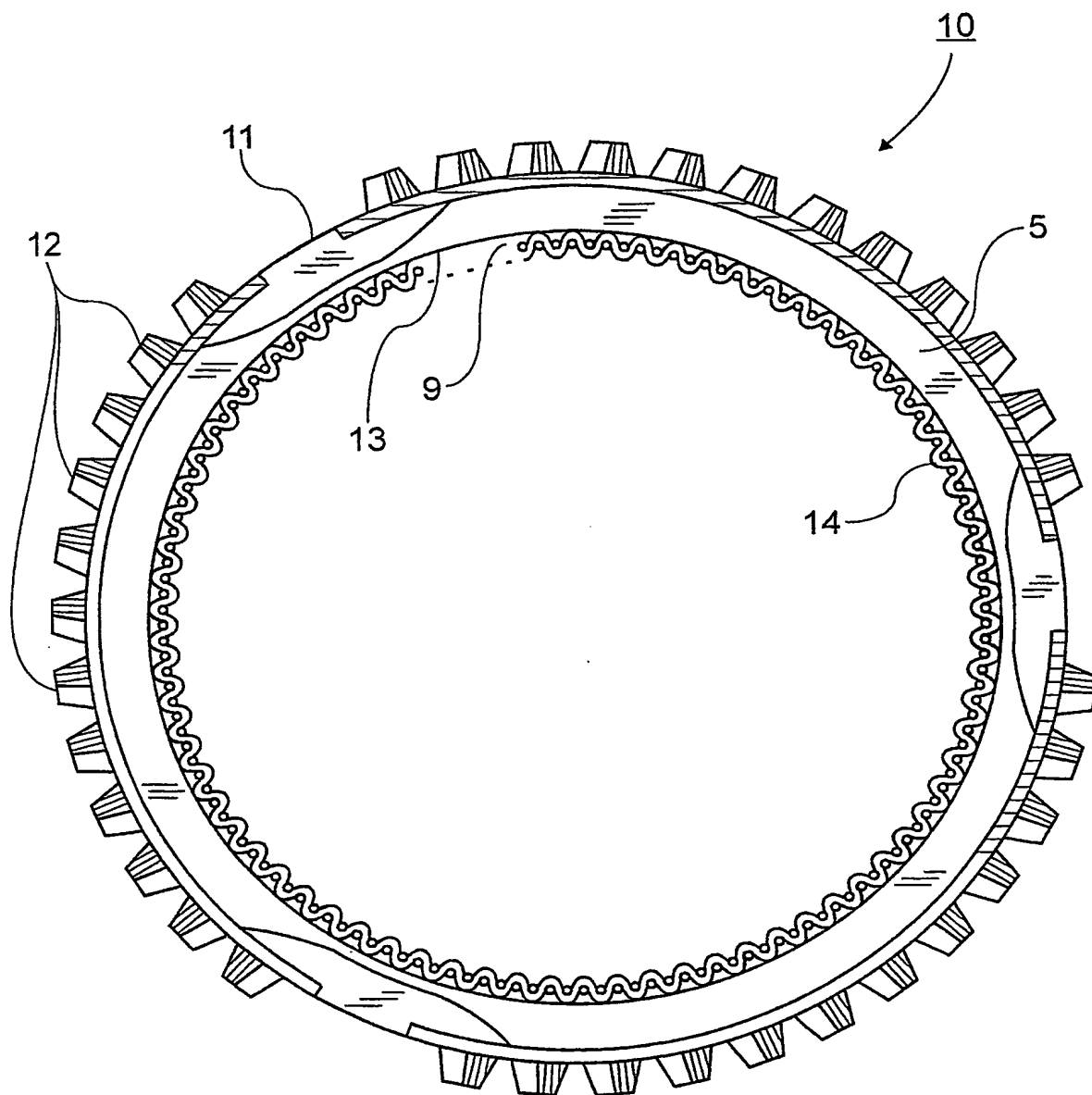


Fig. 1

2/2

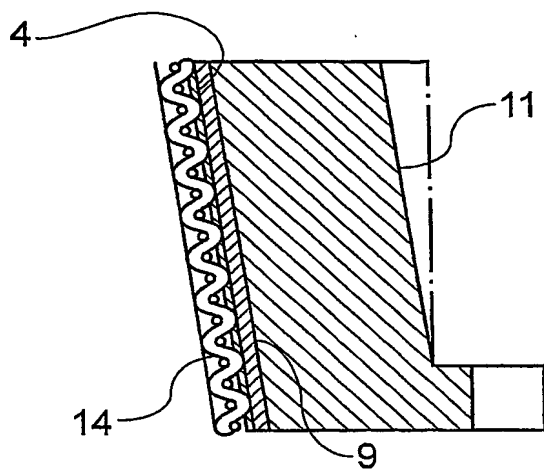


Fig. 2

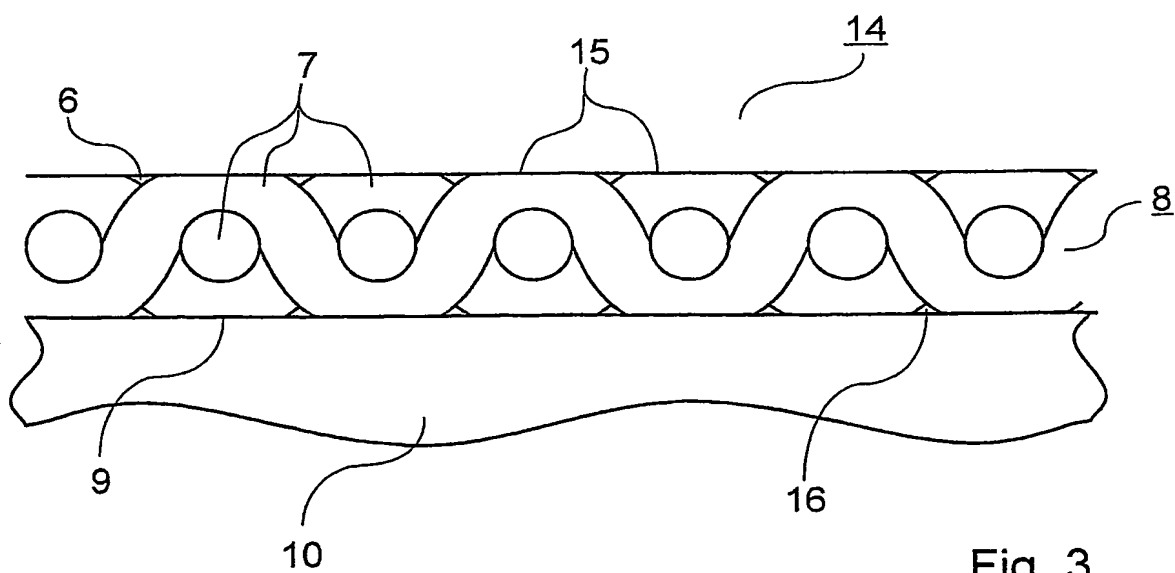


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/007368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16D23/02 F16D69/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 478 642 A (MCCORD H LEE) 26 December 1995 (1995-12-26) column 3, line 5 - line 16	1, 2, 7, 8
X	US 6 065 579 A (NELS TERRY E) 23 May 2000 (2000-05-23) cited in the application	1-3, 7, 8
Y	column 10, line 20 - line 47	4-6
P, X	EP 1 382 879 A (SGL CARBON AG) 21 January 2004 (2004-01-21) paragraph '0035!	1, 3-8
Y	US 6 221 475 B1 (GEORGES JEAN-MICHEL ET AL) 24 April 2001 (2001-04-24) claim 1	4-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2004

Date of mailing of the international search report

12/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Foulger, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/007368

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5478642	A	26-12-1995	NONE		
US 6065579	A	23-05-2000	US	5842551 A	01-12-1998
			US	5615758 A	01-04-1997
			WO	9935415 A1	15-07-1999
			US	5998311 A	07-12-1999
			US	6439363 B1	27-08-2002
			DE	69532812 D1	06-05-2004
			EP	0783638 A1	16-07-1997
			JP	10506977 T	07-07-1998
			WO	9610701 A1	11-04-1996
EP 1382879	A	21-01-2004	EP	1382879 A1	21-01-2004
US 6221475	B1	24-04-2001	EP	0835853 A1	15-04-1998
			AT	255545 T	15-12-2003
			CA	2268516 A1	23-04-1998
			CN	1237950 A ,B	08-12-1999
			DE	69726604 D1	15-01-2004
			EP	0956276 A1	17-11-1999
			WO	9816484 A1	23-04-1998
			JP	2001505863 T	08-05-2001
			KR	2000049126 A	25-07-2000
			RU	2201542 C2	27-03-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/007368

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F16D23/02 F16D69/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 F16D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 478 642 A (MCCORD H LEE) 26. Dezember 1995 (1995-12-26) Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 16	1,2,7,8
X	US 6 065 579 A (NELS TERRY E) 23. Mai 2000 (2000-05-23) in der Anmeldung erwähnt	1-3,7,8
Y	Spalte 10, Zeile 20 - Zeile 47	4-6
P,X	EP 1 382 879 A (SGL CARBON AG) 21. Januar 2004 (2004-01-21) Absatz '0035!	1,3-8
Y	US 6 221 475 B1 (GEORGES JEAN-MICHEL ET AL) 24. April 2001 (2001-04-24) Anspruch 1	4-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Foulger, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/007368

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5478642	A	26-12-1995	KEINE		
US 6065579	A	23-05-2000	US	5842551 A	01-12-1998
			US	5615758 A	01-04-1997
			WO	9935415 A1	15-07-1999
			US	5998311 A	07-12-1999
			US	6439363 B1	27-08-2002
			DE	69532812 D1	06-05-2004
			EP	0783638 A1	16-07-1997
			JP	10506977 T	07-07-1998
			WO	9610701 A1	11-04-1996
EP 1382879	A	21-01-2004	EP	1382879 A1	21-01-2004
US 6221475	B1	24-04-2001	EP	0835853 A1	15-04-1998
			AT	255545 T	15-12-2003
			CA	2268516 A1	23-04-1998
			CN	1237950 A , B	08-12-1999
			DE	69726604 D1	15-01-2004
			EP	0956276 A1	17-11-1999
			WO	9816484 A1	23-04-1998
			JP	2001505863 T	08-05-2001
			KR	2000049126 A	25-07-2000
			RU	2201542 C2	27-03-2003